

PREDIKSI PENYAKIT DEMAM BERDARAH DENGUE (DBD) DAN TIFUS MENGGUNAKAN JARINGAN SYARAF TIRUAN PERAMBATAN BALIK (BACK PROPAGATION)

Oleh

Farida Asriani, Hesti Susilawati, Lucyana Harvianti

Program Sarjana Teknik Unsoed Purwokerto

Abstract

Dengue Haemorrhagic Fever (DHF) and Typhus are diseases which often knock over Indonesian society. Both of these diseases, especially DBD is malignancy that able to result death if losing time to be diagnosed. But civil society, even a doctor which is expert, sometimes also difficult to detect DHF diagnosed earlier, because symptom initially, tending to look like with other acute diseases. One of the diseases that have symptom like DHF is typhus. Back Propagation Artificial Neural Network (ANN) is one of artificial intelligences that can be applicated in the field of health, especially for predicting a disease type. By using input in the form of symptoms the naturalness by a patient, expected this Back Propagation ANN system can help the doctors to diagnose the diseases that happen to their patients, especially DHF and Typhus diseases. ANN system that is designed to predict DHF and typhus diseases, is trained with back propagation algorithm that using adaptive learning rate and momentum. From this research, is got ANN system with network architecture that consist of: one input layer with 18 neurons, one hidden layer with 125 neurons, and one output layer with 1 neuron. And also, value of constanta momentum is 0.95. This ANN system has good performance. From 400 respondents that use for training, result of the memorizing examination reaches percentage equal to 100%, and result of the generalizing examination reaches 96%, from 150 new respondents.

Keyword: *predict, dengue haemorrhagic fever (DHF), typhus, symptoms of disease, artificial neural network (ANN), back propagation*

PENDAHULUAN

Penyakit demam berdarah dengue (DBD) setiap saat terus mengancam masyarakat Indonesia. Saat ini penyakit DBD kembali melanda Indonesia dan telah memakan jumlah korban yang tidak sedikit. Menurut data dari Dinas Kesehatan Kabupaten (DKK) Banyumas, sampai dengan Juni tahun 2007, sebanyak 117 kasus DBD terjadi di Kabupaten Banyumas. Penyakit DBD ini disebabkan infeksi virus dengue yang dibawa oleh nyamuk *Aedes Aegypti* dan *Aedes Albopictus* betina, yang menyebabkan gangguan pada pembuluh darah kapiler dan pada sistem pembekuan darah, sehingga mengakibatkan perdarahan-perdarahan, yang dapat menimbulkan kematian. Selain DBD, tifus juga merupakan salah satu penyakit yang lumrah dan sering melanda masyarakat Indonesia. Di Indonesia, diperkirakan antara 800-100.000 orang terkena tifus atau demam tifoid sepanjang tahun, dan tersebar di mana-mana. Tifus adalah suatu penyakit infeksi bakterial akut yang disebabkan oleh kuman *Salmonella Typhi*. Kurangnya pemeliharaan kebersihan merupakan penyebab paling sering timbulnya penyakit tifus.

Masyarakat awam, bahkan seorang dokter yang ahli pun terkadang sulit mendeteksi lebih awal diagnosis DBD. Karena gejala awal DBD yang khas, seperti perdarahan pada kulit atau tanda perdarahan lainnya kadang terjadi hanya di akhir periode penyakit. Tragisnya bila

penyakit ini terlambat didiagnosis, maka kondisi penderita sulit diselamatkan. Untuk menghindari keterlambatan diagnosis DBD, perlu diketahui deteksi dini dan tanda bahaya DBD. Namun, gejala awal DBD yang tidak khas, seperti demam, lemah dan loyo, nyeri seluruh tubuh, dan lainnya, terjadi hampir di semua infeksi akut (Judarwanto, 2007). Oleh sebab itu, suatu sistem dibutuhkan untuk dapat membantu para dokter dalam mendiagnosis suatu penyakit, khususnya demam berdarah dengue (DBD) dan tifus sehingga tidak terjadi kesalahan diagnosis dan pengobatan.

Jaringan Syaraf Tiruan (JST) merupakan salah satu sistem pemrosesan informasi yang didesain dengan menirukan cara kerja otak manusia dalam menyelesaikan suatu masalah, dengan melakukan proses belajar melalui perubahan bobot sinapsisnya. JST digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dimana formulasi lengkapnya tidak diketahui. JST menggunakan data untuk menurunkan suatu pola yang relevan dalam grup yang berbeda. Selain itu JST juga mampu mengenali kegiatan yang berbasis pada data masa lalu. Data masa lalu akan dipelajari oleh JST sehingga mempunyai kemampuan untuk memberi keputusan terhadap data yang belum pernah dipelajari. JST dengan algoritma perambatan balik (*back propagation*) merupakan metode pembelajaran yang arsitekturnya memiliki lapisan lapis jamak (*multi layer*) dan merupakan salah satu algoritma yang sering digunakan dalam menyelesaikan masalah-

masalah yang rumit. Hal ini dimungkinkan karena JST dengan algoritma ini dilatih menggunakan metode pembelajaran terbimbing.

Atas dasar itulah, pendekatan dengan Jaringan Syaraf Tiruan Perambatan Balik (*Back Propagation*) yang menggunakan metode pembelajaran dan pelatihan, dirasa dapat diterapkan untuk identifikasi pola data dari sistem prediksi penyakit demam berdarah dengue (DBD) dan tifus. Dengan menggunakan masukan berupa gejala-gejala klinis yang meliputi: jenis kelamin; demam (panas); lemah atau loyo; nyeri seluruh tubuh; nyeri kepala (pusing); nyeri uluhati; sakit perut; nafsu makan berkurang; mual dan muntah; BAB (Buang Air Besar); bibir kering dan lidah kotor; perdarahan kulit; perdarahan hidung (mimisan) dan gusi; hasil tes laboratorium yang meliputi tes Widal; tes DHF-ICT; jumlah Hemoglobin; jumlah Hematokrit; serta jumlah Trombosit, diharapkan sistem jaringan syaraf tiruan perambatan balik ini dapat memprediksi penyakit DBD dan tifus.

Berdasarkan uraian di atas, maka perumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana merancang suatu sistem jaringan syaraf tiruan perambatan balik (*back propagation*) yang dapat digunakan untuk memprediksi penyakit demam berdarah dengue (DBD) dan tifus?

Penelitian ini bertujuan untuk merancang suatu sistem jaringan syaraf tiruan perambatan balik (*back propagation*) dan mendapatkan nilai bobot-bobot yang terbaik dari pola pelatihan, sehingga dapat digunakan untuk memprediksi penyakit demam berdarah dengue (DBD) dan tifus.

TINJAUAN PUSTAKA

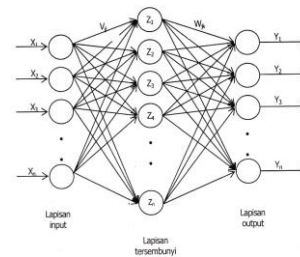
Jaringan Syaraf Tiruan (JST)

Jaringan Syaraf Tiruan (*Artificial Neural Network*), atau yang disingkat JST, merupakan suatu sistem pemrosesan informasi yang memiliki karakteristik-karakteristik menyerupai jaringan syaraf biologi (Fauset, 1994). JST adalah suatu mesin yang dirancang untuk memodelkan cara otak manusia mengerjakan fungsi atau tugas-tugas tertentu. Mesin ini memiliki kemampuan menyimpan pengetahuan berdasarkan pengalaman. Jaringan Syaraf Tiruan (JST) merupakan salah satu sistem pemrosesan informasi yang didesain dengan menirukan cara kerja otak manusia dalam menyelesaikan suatu masalah, dengan melakukan proses belajar melalui perubahan bobot sinapsisnya. Kemudian JST ini diimplementasikan menggunakan program komputer yang mampu menyelesaikan sejumlah proses perhitungan selama proses pembelajaran berlangsung. Jaringan syaraf tiruan

mampu mengenali kegiatan yang berbasis pada masa lalu. Data masa lalu akan dipelajari oleh JST sehingga kemampuan untuk memberi keputusan terhadap data yang belum pernah dipelajari. (Hermawan, 2006)

Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan Perambatan Balik

Pada JST Perambatan Balik, arsitektur yang digunakan adalah arsitektur jaringan dengan lapisan banyak, dimana jaringan ini memiliki satu atau lebih lapisan yang terletak di antara lapisan masukan (*input layer*) dan lapisan keluaran (*output layer*), dan lapisan ini disebut juga sebagai lapisan tersembunyi (*hidden layer*). Masing-masing lapisan ini memiliki jumlah *node* atau *neuron* yang berbeda-beda, seperti terlihat pada Gambar 1 berikut ini:



Gambar 1. Arsitektur Arah Maju JST Perambatan Balik dengan Tiga Lapisan (Hermawan, 2006)

Algoritma Pembelajaran Perambatan Balik (*Back Propagation*)

Belajar untuk Jaringan Syaraf Tiruan (JST) merupakan suatu proses dimana parameter-parameter bebas JST diadaptasikan melalui suatu proses perangsangan berkelanjutan oleh lingkungan dimana jaringan tersebut berada. Suatu JST belajar dari pengalaman. Proses lazim dari pembelajaran meliputi tiga tugas, dan tahapan pada algoritma perambatan balik adalah: (Desiani, dkk, 2006)

1. Tahap perambatan/umpan maju (*feedforward*), yaitu perhitungan output.
2. Tahap perambatan balik/mundur (*back propagation error*), yaitu membandingkan output dengan target yang diinginkan.
3. Perbaharui (*update*) bobot dan prasikap/bias, yaitu menyesuaikan bobot dan mengulangi prosesnya.

Adapun proses pembelajaran dari tiap tahapan tersebut, adalah: (Siang, 2004)

1. Tahap I : Perambatan/Umpan Maju (Feedforward)

Selama perambatan maju, sinyal masukan (x_i) dipropagasikan ke lapisan tersembunyi menggunakan fungsi aktivasi yang ditentukan. Keluaran dari setiap unit lapisan tersembunyi (z_j) tersebut selanjutnya dipropagasikan maju ke lapisan tersembunyi yang ada di kanannya menggunakan fungsi aktivasi yang ditentukan. Demikian seterusnya hingga menghasilkan jaringan keluaran (y_k). Berikutnya keluaran jaringan (y_k) dibandingkan dengan target yang harus dicapai (t_k). Selisih $t_k - y_k$ adalah kesalahan yang terjadi. Jika kesalahan ini lebih kecil dari batas toleransi yang ditentukan, maka iterasi dihentikan. Akan tetapi apabila kesalahan masih lebih besar dari batas toleransinya, maka bobot setiap garis dalam jaringan akan dimodifikasi dalam jaringan untuk mengurangi kesalahan yang terjadi.

2. Tahap II : Perambatan Mundur (Back Propagation Error)

Berdasarkan kesalahan $t_k - y_k$, dihitung faktor δ_k ($k = 1, 2, \dots, m$) yang dipakai untuk mendistribusikan kesalahan di unit y_k ke semua unit tersembunyi yang terhubung langsung dengan y_k . δ_k juga dipakai untuk mengubah bobot garis yang berhubungan langsung dengan unit keluaran. Dengan cara yang sama, dihitung faktor δ_j di setiap unit di lapisan tersembunyi di lapisan kirinya. Demikian seterusnya hingga semua faktor δ di unit tersembunyi yang berhubungan langsung dengan unit masukan dihitung.

3. Tahap III : Perbaharui (Update) Bobot dan Prasikap/Bias

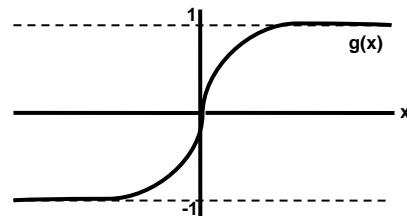
Setelah semua faktor δ dihitung, bobot semua garis dimodifikasi bersamaan. Perubahan bobot suatu garis didasarkan atas faktor δ neuron di sebelah kanannya.

Untuk mempercepat waktu pelatihan, prosedur pembaharuan bobot, dapat dimodifikasi dengan menggunakan konstanta momentum (μ). Dengan menambahkan momentum ke dalam rumus pembaharuan bobot, biasanya konvergensi akan lebih cepat dicapai. Selain itu, untuk menjaga agar algoritma ini senantiasa stabil selama proses pelatihan, maka dalam proses pelatihan jaringan dapat digunakan laju pembelajaran adaptif (*adaptive learning rate*), dimana nilai laju pembelajaran akan berubah

secara adaptif selama proses pelatihan. (Hermawan, 2006)

Fungsi Aktivasi Jaringan Syaraf Tiruan (JST)

Sebuah sinyal aktivasi diperlukan suatu *neuron* untuk menyalakan atau mematikan penalaran sinyal dari *neuron* tersebut. Sinyal aktivasi dalam jaringan syaraf tiruan ditentukan oleh suatu fungsi aktivasi. Untuk algoritma pembelajaran perambatan balik, salah satu fungsi aktivasi yang sering dipakai adalah fungsi sigmoid-bipolar, yang merupakan fungsi sigmoid-biner yang diperluas hingga mencapai nilai negatif melalui sumbu x . Untuk $\sigma = 1$, fungsi ini akan menghasilkan nilai keluaran antara -1 sampai +1, seperti pada Gambar 2. (Desiani, dkk, 2006)



Gambar 2. Grafik Fungsi Aktivasi Sigmoid-Bipolar

Fungsi aktivasi dari sigmoid-bipolar ($g(x)$) dan turunannya ($g'(x)$) dapat dituliskan sebagai berikut:

$$g(x) = 2f(x) - 1 = \frac{2}{1 + e^{-\alpha x}} - 1 = \frac{1 - e^{-\alpha x}}{1 + e^{-\alpha x}} \dots\dots(1)$$

$$g'(x) = \frac{\sigma}{2} [1 + g(x)][1 - g(x)] \dots\dots\dots(2)$$

Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) dan Tifus

Penyakit demam berdarah dengue (DBD), disebut juga *Dengue Haemorrhagic Fever* (DHF) adalah penyakit akut yang menular dan berbahaya. Penyakit DBD ini disebabkan infeksi virus dengue yang dibawa oleh nyamuk *Aedes Aegypti* dan *Aedes Albopictus* betina, yang umumnya menyerang pada musim panas dan musim hujan. Virus ini menyebabkan gangguan pada pembuluh darah kapiler dan pada sistem pembekuan darah, sehingga mengakibatkan perdarahan-perdarahan, yang dapat menimbulkan kematian. Fase penyakit DBD adalah sekitar 6 - 7 hari. Gejala klinis pertama yang terlihat pada penderita DBD adalah terjadinya demam. Demam biasanya terjadi secara mendadak dengan suhu tubuh tinggi dan

terjadi sepanjang hari, dan diikuti dengan nyeri pada seluruh tubuh. Ruam dapat timbul pada hari ke IV sakit, berupa bintik-bintik (bercak-bercak) merah kecil. Bentuk-bentuk perdarahan spontan juga terjadi, dapat berupa perdarahan kecil-kecil (*petechiae*) atau agak besar (*echimosis*) di kulit, perdarahan gusi, perdarahan hidung (mimisan) atau dapat terjadi perdarahan yang *masif* yang apabila terlambat ditangani dapat berakhir dengan kematian. Pemeriksaan penunjang untuk mendiagnosis DBD adalah pemeriksaan laboratorium, yang mana hasilnya menunjukkan peningkatan Hematokrit (meningkat 20%, atau >3x nilai Hemoglobin) disertai penurunan Trombosit kurang dari 100.000/ul. Perubahan ini biasanya terjadi pada hari ke III hingga ke V panas. Pemeriksaan lainnya adalah pemeriksaan Imunoglobulin G (Ig.G) dan Imunoglobulin M (Ig.M). (Judarwanto, 2007)

Tifus (*Typhus*) adalah suatu penyakit infeksi bakterial akut yang disebabkan oleh kuman *Salmonella Typhi*. Kurangnya pemeliharaan kebersihan merupakan penyebab paling sering timbulnya penyakit tifus. Masa inkubasi penyakit ini rata-rata 7 - 14 hari. Demam adalah gejala yang paling konstan di antara semua penampakan klinis. Demam pada minggu pertama, cenderung naik-turun (pagi hari biasanya penderita terlihat segar, namun sore atau malam harinya suhu tubuh meningkat bisa mencapai 39-40 °C). Selain itu penderita tifus juga akan merasa lemah; nyeri kepala (pusing); sakit perut; muncet/diare atau sembelit; mual dan muntah; bibir kering dan lidah kotor (www.mail-archive.com). Pemeriksaan laboratorium yang dapat dilakukan adalah pemeriksaan serologi Widal, yaitu identifikasi antibodi tubuh terhadap demam *typhoid* (tifus), atau penentuan kadar aglutinasi antibodi terhadap antigen O dan H dalam darah. Apabila dalam pemeriksaan dihasilkan peningkatan titer Widal (titer Widal lebih besar dari 1/160), maka dapat dikatakan bahwa hasil uji Widal adalah positif dan pasien terkena tifus. (www.republika.co.id)

Berdasarkan uraian di atas, maka dapat dikelompokkan beberapa gejala-gejala klinis penyakit yang dapat digunakan untuk memprediksi penyakit DBD dan tifus, yaitu:

1. Jenis Kelamin
2. Demam (Panas)
3. Lemah atau loyo
4. Nyeri seluruh tubuh (otot, sendi, tulang, & bola mata)
5. Nyeri kepala (pusing)
6. Nyeri uluhati
7. Sakit perut
8. Nafsu makan
9. Mual dan muntah
10. BAB (Buang Air Besar)
11. Bibir kering dan lidah kotor

12. Perdarahan kulit, berupa bintik-bintik (bercak) merah di tangan dan atau kaki
13. Perdarahan hidung (mimisan) dan perdarahan gusi
14. Tes Widal
15. Tes DHF-ICT
16. Jumlah Hemoglobin (g/dl)
17. Jumlah Hematokrit (%)
18. Jumlah Trombosit (/ul)

METODE PENELITIAN

Tahapan Penelitian

Pengumpulan Data

Data-data gejala klinis yang dialami oleh pasien penderita penyakit DBD dan tifus dikumpulkan dari Rumah Sakit yang berada di wilayah Kabupaten Banyumas, dengan menggunakan kuisioner. Jumlah data yang akan dikumpulkan sebanyak 550 data (285 DBD dan 265 tifus), yang digunakan sebagai data pelatihan sebanyak 400 data (200 DBD dan 200 tifus), sedangkan yang digunakan sebagai data pengujian sebanyak 150 data (85 DBD dan 65 tifus).

Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan (JST)

Pelatihan pola dilakukan menggunakan algoritma pembelajaran Perambatan Balik (*Back Propagation*). Proses pelatihan ini bertujuan untuk menemukan nilai bobot yang sesuai dengan sistem prediksi penyakit DBD dan tifus, sehingga akan didapatkan titik konvergensi. Untuk mendapatkan unjuk kerja sistem JST yang optimal, maka harus dipilih jumlah lapisan tersembunyi, jumlah *neuron* pada lapisan tersembunyi dan momentum yang paling baik, dari proses pelatihan jaringan yang telah dilakukan.

Jaringan Syaraf Tiruan (JST)

Pengujian jaringan syaraf tiruan dilakukan dengan dua tahap:

1. Memorisasi, yaitu pengujian terhadap data lama atau data yang telah dilatihkan, sebanyak 400 data. Diharapkan hasil dari pengujian ini, mencapai persentase 100%.
2. Generalisasi, yaitu pengujian dengan menggunakan data baru yang belum pernah dilatihkan sebanyak 150 data.

Analisa Hasil Penelitian

Analisis hasil penelitian merupakan tahap akhir dari penelitian ini, dimana akan didapatkan sebuah sistem jaringan syaraf tiruan perambatan balik yang mampu memprediksi penyakit demam berdarah (DBD) dan tifus, dan memiliki unjuk kerja yang optimal. Sehingga dari proses pelatihan dan pengujian jaringan yang sudah dilakukan akan diperoleh konfigurasi JST yang sesuai untuk prediksi penyakit DBD dan tifus, konfigurasi JST tersebut antara lain meliputi; jumlah lapisan tersembunyi, jumlah *neuron* pada lapisan tersembunyinya dan nilai konstanta momentum.

Alat yang Dibutuhkan

Alat-alat yang dibutuhkan dalam penelitian ini meliputi: satu unit komputer, dengan sistem operasi Windows XP, perangkat lunak (*software*) MATLAB, kuisioner sebagai sarana untuk pengumpulan data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Sistem Jaringan Syaraf Tiruan

Pengumpulan Data

Data berupa gejala klinis pasien penderita DBD dan tifus, diambil secara acak saat pasien datang ke Rumah Sakit. Data-data ini mencakup semua umur dan merupakan kasus - kasus DBD dan tifus yang terjadi pada tahun 2005 - April 2007 di RSUD Prof. Dr. Margono Soekarjo Purwokerto. Jumlah data yang dikumpulkan sebanyak 550 data (285 DBD dan 265 tifus), yang terbagi atas data pelatihan berjumlah 400 data, data pengujian berjumlah 150 data. Data yang berfungsi sebagai variabel masukan meliputi 18 gejala klinis penyakit. Sedangkan data keluarannya adalah hasil prediksi yang berupa penyakit DBD dan Tifus.

Bentuk Representasi Data

Agar data-data masukan dan keluaran yang telah dikumpulkan dapat dikenali oleh jaringan dalam proses pelatihnannya, maka data-data tersebut harus diubah ke dalam bentuk numerik, baik variabel maupun isinya. Adapun bentuk representasi datanya terlihat pada Tabel 1 dan Tabel 2 berikut ini:

Tabel 1. Nilai Numerik Data Keluaran

Keluaran	Nilai Numerik
• Penyakit Tifus	- 1
• Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD)	+ 1

Tabel 2. Nilai Numerik Data Masukan

Simbo l	Gejala – gejala Klinis Penyakit	Nilai Numerik
X₁	Jenis Kelamin:	
	• Perempuan	- 1
	• Laki-laki	1
X₂	Demam (Panas)	
	• Tidak demam	- 1
	• Demam tinggi terjadi sepanjang hari atau terus menerus selama kurang dari 4 hari	- 0.5
	• Demam cenderung naik-turun (pernah sempat tidak demam) selama 4-7 hari	- 0.25
	• Demam naik-turun (demam tinggi terutama pada sore atau malam hari) selama 1-7 hari	0.5
	• Demam terjadi lebih dari 7 hari	1
X₃	Lemah atau loyo	
	• Tidak merasa lemah atau loyo	- 1
	• Badan terasa lemah atau loyo	1
X₄	Nyeri seluruh tubuh (Pegel-pegel)	
	• Tidak merasa nyeri pada seluruh tubuh (pegel)	- 1
	• Merasa nyeri pada seluruh tubuh (pegel-pegel)	1
X₅	Nyeri kepala (Pusing)	
	• Tidak merasa nyeri kepala (pusing)	- 1
	• Merasa nyeri kepala (pusing)	1
X₆	Nyeri Uluhati	
	• Tidak merasa nyeri uluhati	- 1

	• Merasa nyeri uluhati	1
X₇	Sakit perut	
	• Tidak merasa sakit perut	- 1
	• Merasa sakit perut	1
X₈	Nafsu makan	
	• Nafsu makan normal	- 1
	• Nafsu makan berkurang	1
X₉	Mual dan Muntah	
	• Tidak merasa mual dan muntah	- 1
	• Hanya merasa mual, tetapi tidak muntah	- 0.25
	• Merasa mual dan muntah	1
X₁₀	Buang Air Besar (BAB)	
	• BAB lancar atau normal	- 1
	• Mencret atau Diare	- 0.25
	• Susah BAB (Sembelit)	1
X₁₁	Keadaan mulut (bibir kering dan lidah kotor)	
	• Kedaan mulut normal (tidak terjadi bibir kering & lidah kotor)	- 1
	• Bibir terasa kering atau pecah-pecah	- 0.5
	• Lidah kotor dan pahit (terdapat selaput putih)	0.5
	• Bibir terasa kering dan lidah kotor	1
X₁₂	Perdarahan Kulit	
	• Tidak terjadi perdarahan kulit	- 1
	• Terdapat bintik-bintik (bercak) merah di tangan dan atau kaki	1
X₁₃	Perdarahan hidung (mimisan) dan gusi	
	• Tidak terjadi perdarahan hidung dan gusi	- 1
	• Perdarahan pada hidung (mimisan)	- 0.5
	• Perdarahan gusi atau gusi berdarah	0.5
	• Perdarahan hidung (mimisan) dan gusi	1
X₁₄	Tes Widal	
	• Tidak melakukan tes Widal	- 1
	• Hasil tes Widal negatif (-)	- 0.25
	• Hasil tes Widal positif (+)	1
X₁₅	Tes DHF – ICT	
	• Tidak melakukan tes DHF-ICT	- 1
	• Hasil Ig.M & Ig.G Anti DHF negatif (-)	- 0.5
	• Hasil Ig.M Anti DHF (+) & Ig.G Anti DHF positif (-)	- 0.25
	• Hasil Ig.M Anti DHF (-) & Ig.G Anti DHF positif (+)	0.5
	• Hasil Ig.M & Ig.G Anti DHF positif (+)	1
X₁₆	Jumlah Hemoglobin (g/dl)	
X₁₇	Jumlah Hematrokrit (%)	
X₁₈	Jumlah Trombosit (/ul)	

Pelatihan dan Pengujian Jaringan

Pada perancangan sistem JST ini, pelatihan dan pengujian jaringan dilakukan menggunakan fungsi-fungsi yang berada pada MATLAB. Fungsi kinerja yang digunakan dalam proses pelatihan jaringan adalah *Mean Square Error* (MSE). Sedangkan algoritma pembelajarannya adalah algoritma perambatan balik dengan laju pembelajaran adaptif dan konstanta momentum. Untuk memperoleh unjuk kerja sistem JST yang optimal, maka proses pelatihan dan pengujian jaringan dilakukan dalam beberapa tahap, yaitu:

1. Tahap 1. Penentuan Nilai Parameter Momentum

Pada Tahap 1 ini, dilakukan pelatihan dan pengujian jaringan dengan menggunakan lapisan tersembunyi sebanyak satu lapisan, dengan jumlah *neuron* 50. Adapun hasil dari pelatihan dan pengujian jaringan dengan variasi nilai momentum, ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pelatihan dan Pengujian Jaringan dengan Variasi Nilai Momentum

Nilai Momentum	Nilai Galat (<i>Error</i>)	Hasil Pengujian	
		Memorisasi	Generalisasi
0.01	0.00797551	99.5%	93.33%
0.05	0.00728978	99.5%	94%
0.1	0.00846432	99%	92%
0.5	0.00427028	100%	93.33%
0.75	0.00239682	100%	94%
0.95	0.00064229	100%	95.33%

Dari Tabel 3, terlihat bahwa saat nilai parameter momentum adalah 0.95, hasil pengujian generalisasi mencapai persentase sebesar 95.33%. Pada saat itu juga, nilai galat (*error*) yang dicapai juga merupakan nilai galat yang terkecil, yaitu 0.00064224. Atas dasar hasil pelatihan dan pengujian jaringan itulah, maka dapat ditentukan bahwa nilai parameter momentum yang paling sesuai untuk sistem JST ini adalah 0.95.

2. Tahap 2. Penentuan Arsitektur Jaringan

Pada tahap 2 dilakukan pelatihan dan pengujian jaringan untuk menentukan jumlah lapisan tersembunyi yang akan digunakan dalam arsitektur jaringan dan jumlah *neuron* pada lapisan tersembunyinya. Dengan nilai momentum sebesar 0.95.

a. Penentuan Jumlah *Neuron* pada Satu Lapisan Tersembunyi

Pada tahap ini jumlah lapisan tersembunyi yang digunakan pada arsitektur jaringannya hanya satu lapisan. Pelatihan dan pengujian jaringan dilakukan untuk menentukan jumlah *neuron* pada lapisan tersembunyi tersebut. Adapun hasilnya terlihat pada Tabel 4.

Berdasarkan Tabel 4, terlihat bahwa semakin banyak jumlah *neuron* pada lapisan tersembunyinya, maka nilai galatnya akan semakin kecil, sedangkan waktu yang dibutuhkan untuk pelatihan jaringan akan semakin lama. Hal ini terlihat saat jumlah *neuron* pada lapisan tersembunyi adalah 25, 50, 75, 100, 125, dan 175. Dengan jumlah iterasi yang sama (1500), waktu yang dibutuhkan untuk pelatihan jaringan akan semakin lama, seiring dengan semakin banyaknya jumlah *neuron* pada lapisan tersembunyi. Sedangkan saat jumlah *neuron* pada lapisan tersembunyi adalah 250, 300, dan 400 *neuron*, pelatihan jaringan berhenti pada iterasi ke-502, ke-352, dan ke-354, sehingga waktu yang dibutuhkan untuk pelatihan jaringan juga menjadi lebih singkat. Hal itu disebabkan karena saat pelatihan jaringan mencapai iterasi tersebut, nilai gradien minimumnya telah tercapai.

Tabel 4. Hasil Pelatihan dan Pengujian Jaringan dengan Variasi Jumlah *Neuron* pada Satu Lapisan Tersembunyi

Jumlah <i>Neuron</i>	Nilai Galat (<i>Error</i>)	Waktu Pelatihan	Iterasi	Hasil Pengujian	
				Memorisasi	Generalisasi
25	0.00206614	35.8610 s	1500	100%	94%
50	0.000646568	58.9040 s	1500	100%	94.67%
75	0.000174821	81.7970 s	1500	100%	95.33%
100	8.94673e-05	102.5870 s	1500	100%	95.33%
125	2.61051e-06	125.8910 s	1500	100%	96%
175	1.20963e-07	196.5630 s	1500	100%	96%
250	1.02781e-07	94.9570 s	502	100%	96%
300	9.52663e-08	79.0640 s	352	100%	96%
400	9.14558e-08	105.4920 s	354	100%	95.33%

Dari Tabel 4, juga terlihat bahwa hasil pengujian generalisasi yang terbaik (96%) dicapai saat jumlah *neuron* pada lapisan tersembunyinya berjumlah 125, 175, 250, dan 300 *neuron*. Dari ke-4 kondisi tersebut, waktu paling singkat atau waktu tercepat yang dibutuhkan untuk melakukan satu iterasi pada suatu simulasi sistem JST nantinya, akan diperoleh saat jumlah *neuron* pada lapisan tersembunyinya adalah 125 *neuron*. Karena dengan jumlah *neuron* yang lebih sedikit, maka waktu yang dibutuhkan untuk melakukan satu iterasi pada suatu simulasi sistem JST

secara keseluruhan, juga akan semakin singkat. Sehingga saat sistem JST ini digunakan untuk memprediksi penyakit, maka akan menghasilkan suatu keluaran hasil prediksi yang cepat. Atas dasar pertimbangan efisiensi dalam perhitungan atau penentuan nilai-nilai bobot akhir, bentuk arsitektur jaringan yang lebih sederhana, dan waktu pensimulasian untuk melakukan satu iterasi dalam suatu sistem JST secara keseluruhan yang lebih cepat, maka diputuskan bahwa jumlah *neuron* yang terbaik untuk

digunakan pada arsitektur jaringan dengan satu lapisan tersembunyi adalah 125 *neuron*.

b. Penentuan Jumlah *Neuron* pada Dua Lapisan Tersembunyi

Selain mencoba dengan menggunakan satu lapisan tersembunyi, pada penelitian ini, juga

dicoba pelatihan dan pengujian jaringan untuk menentukan jumlah *neuron* pada dua lapisan tersembunyi. Tabel 5 berikut ini menunjukkan hasil pelatihan dan pengujian jaringan dengan variasi jumlah *neuron* pada tiap lapisan tersembunyi:

Tabel 5. Hasil Pelatihan dan Pengujian Jaringan dengan Variasi Jumlah *Neuron* Pada Tiap Lapisan Tersembunyi

Jumlah <i>Neuron</i>	Nilai Galat (<i>Error</i>)	Waktu Pelatihan	Iterasi	Hasil Pengujian	
				Memorisasi	Generalisasi
[15 10]	0.001856	37.3740 s	1500	100%	93.33%
[30 20]	0.00048188	63.4020 s	1500	100%	94.67%
[45 30]	8.16636e-05	88.8170 s	1500	100%	94.67%
[60 40]	7.82048e-05	116.1570 s	1500	100%	95.33%
[75 50]	5.98448e-06	144.8490 s	1500	100%	96%
[100 75]	2.95046e-07	204.7350 s	1500	100%	96%
[150 100]	7.61625e-08	74.7680 s	346	100%	95.33%
[180 120]	7.47851e-08	90.2590 s	312	100%	95.33%
[230 170]	6.51077e-08	138.6500 s	326	100%	95.33%

Berdasarkan Tabel 5 di atas, terlihat bahwa hasil pengujian generalisasi terbaik (96%), dicapai saat jumlah *neuron* pada tiap-tiap lapisan tersembunyinya sebanyak [72 50] dan [100 75] *neuron*. Dari ke-2 kondisi ini, nilai galat terkecil (2.95046e-07) dicapai saat jumlah *neuron* pada lapisan tersembunyinya adalah [100 75]. Sedangkan waktu pelatihan tercepat (144.1490) dicapai saat jumlah *neuron* pada lapisan tersembunyinya adalah [75 50] *neuron*. Dengan pertimbangan efisiensi dalam perhitungan atau penentuan nilai-nilai bobot akhir, bentuk arsitektur jaringan yang lebih sederhana, dan waktu pensimulasian suatu sistem JST yang lebih singkat atau cepat, maka diputuskan bahwa jumlah *neuron* yang paling baik digunakan pada dua lapisan tersembunyi adalah [75 50] *neuron*.

Dari hasil pelatihan dan pengujian jaringan yang telah dilakukan pada Tahap 2, seperti yang terlihat pada Tabel 4 dan Tabel 5, serta hasil pembahasan di atas, diketahui bahwa hasil pengujian generalisasi terbaik yang mencapai persentase sebesar 96%, dapat dicapai baik saat jumlah lapisan tersembunyi pada arsitektur jaringannya adalah satu lapisan maupun dua lapisan. Namun demikian, dengan pertimbangan efisiensi dalam perhitungan nilai-nilai bobot akhir, bentuk arsitektur yang lebih sederhana, dan waktu prediksi dari sistem JST yang lebih cepat, maka disimpulkan bahwa arsitektur jaringan yang paling baik dan cocok untuk sistem JST ini adalah menggunakan satu lapisan tersembunyi, dengan jumlah *neuron* sebanyak 125 *neuron*.

Konfigurasi Jaringan Syaraf Tiruan

Berdasarkan hasil pelatihan dan pengujian jaringan seperti yang telah dibahas di atas, maka konfigurasi JST Perambatan Balik untuk Prediksi Penyakit DBD dan Tifus sebagai berikut:

1. Arsitektur Jaringan : 3 Lapisan
 - Lapisan masukan : 18 *neuron*
 - Lapisan keluaran : 1 *neuron*
 - Lapisan tersembunyi : 125 *neuron*
2. Algoritma Pelatihan Jaringan : Perambatan Balik dengan Laju Pembelajaran Adaptif dan Momentum
3. Fungsi Aktivasi : Sigmoid-Bipolar
4. Nilai Laju Pembelajaran : Berubah Adaptif
5. Nilai Momentum : 0.95

Unjuk Kerja Jaringan Syaraf Tiruan

Sistem JST perambatan balik yang dirancang untuk prediksi penyakit DBD dan tifus ini memiliki unjuk kerja yang baik, yaitu dengan perolehan hasil pengujian memorisasi mencapai 100% dari 400 data pelatihan. Dan hasil pengujian secara generalisasinya menghasilkan persentase sebesar 96% dari 150 data baru yang diujikan.

Perbandingan Sistem JST untuk Prediksi Penyakit DBD dan Tifus dengan Sistem JST Lainnya

Sistem JST yang telah dirancang pada penelitian ini akan dibandingkan dengan sistem

JST hasil penelitian Lailin Nafsiah (2003), yang berjudul "Penerapan Jaringan Syaraf Tiruan Terhadap Prediksi Penyakit Telinga, Hidung, dan Tenggorokan". Adapun perbedaan dari kedua sistem JST ini, ditunjukkan pada Tabel 6 berikut ini:

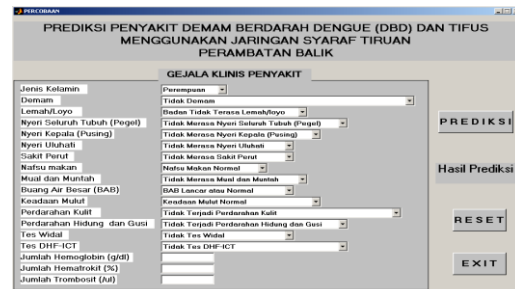
Tabel 6. Perbandingan Sistem JST Pada Penelitian 1 dan Penelitian 2

NO	PEMBANDING	PENELITIAN 1 (Lailin Nafsiah)	PENELITIAN 2 (Lucyana Harvianti)
1.	Permasalahan yang Ditangani	Prediksi Penyakit THT (Telinga, Hidung, dan Tenggorokan)	Prediksi Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) dan Tifus
2.	Total Jumlah Data	90 data	550 data
	• Data Pelatihan	50 data	400 data
	• Data Pengujian	40 data	150 data
3.	Bentuk Representasi Data	Nilai Numerik 0 - (+1) (menggunakan nilai numerik '0')	Nilai Numerik (-1) - (+1) (tidak menggunakan nilai numerik '0')
4.	Arsitektur Jaringan:		
	• Lapisan Masukan	11 <i>neuron</i>	18 <i>neuron</i>
	• Lapisan Keluaran	1 <i>neuron</i>	1 <i>neuron</i>
	• Lapisan Tersembunyi	10 <i>neuron</i>	125 <i>neuron</i>
5.	Fungsi Aktivasi	Sigmoid Biner	Sigmoid Bipolar
6.	Algoritma Pelatihan Jaringan	Perambatan Balik	Perambatan Balik dengan Laju Pembelajaran Adaptif dan Momentum
7.	Hasil Pelatihan:		
	• Laju Pembelajaran	0.75 (Konstan)	Berubah secara Adaptif
	• Momentum	-	0.95
8.	Hasil Pengujian:		
	• Pengujian Memorisasi	100%	100%
	• Pengujian Generalisasi	50%	96%

Tampilan Simulasi "Prediksi Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) dan Tifus Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Perambatan Balik"

Gambar 3, menunjukkan tampilan simulasi untuk prediksi penyakit DBD dan tius menggunakan JST Perambatan Balik. Adapun langkah-langkah penggunaannya adalah sebagai berikut:

1. Masukkan semua gejala klinis penyakit yang dialami oleh pasien.
2. Klik tombol **PREDIKSI** untuk mengetahui prediksi penyakit pasien.
3. Hasil prediksi penyakit akan ditampilkan pada kolom **Hasil Prediksi**.
4. Tombol **RESET** digunakan untuk mereset hasil prediksi dan gejala klinis penyakit.
5. Tombol **EXIT** digunakan untuk keluar dari program simulasi.



Gambar 3. Tampilan Simulasi Prediksi

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan analisis hasil dan pembahasan, maka dapat ditarik kesimpulan:

1. Prediksi penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) dan Tifus dapat dilakukan dengan menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Perambatan Balik (*Back Propagation*).
2. Berdasarkan hasil pelatihan dan pengujian jaringan konfigurasi JST yang sesuai untuk sistem prediksi penyakit DBD dan tifus adalah:
 - Arsitektur Jaringan : 3 Lapisan
 - Lapisan masukan : 18 *neuron*
 - Lapisan keluaran : 1 *neuron*
 - Lapisan tersembunyi : 125 *neuron*

- Algoritma Pelatihan Jaringan :
Perambatan Balik dgn Laju Pembelajaran Adaptif & Momentum
 - Fungsi Aktivasi : Sigmoid-Bipolar
 - Nilai Laju Pembelajaran : Berubah Adaptif
 - Nilai Momentum : 0.95
3. Dari hasil pelatihan jaringan, diketahui bahwa semakin banyak jumlah *neuron* yang digunakan pada lapisan tersembunyi, maka dengan jumlah iterasi yang sama waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses pelatihan akan semakin lama.
 4. Sistem Jaringan Syaraf Tiruan yang telah dirancang memiliki unjuk kerja yang sangat baik. Hal ini ditunjukkan dengan persentase hasil pengujian memorisasi yang mencapai 100% dari 400 data lama (data pelatihan). Sedangkan hasil pengujian generalisasinya menghasilkan persentase yang mencapai 96% dari 150 data baru.

Saran

Adapun saran-saran yang dapat penulis berikan adalah:

1. Sistem Jaringan Syaraf Tiruan Perambatan Balik akan menghasilkan unjuk kerja atau hasil prediksi penyakit yang lebih akurat apabila variabel data masukannya memiliki gejala-gejala penyakit yang lebih jelas, antara lain seperti:
 - Gejala demam yang diambil sebagai data masukan merupakan nilai suhu tubuh mutlak yang diukur oleh para perawat di Rumah Sakit pada waktu pagi, siang, dan malam hari.
 - Perkembangan gejala-gejala penyakit yang dialami oleh pasien pada hari pertama sampai hari ketiga perawatan di Rumah Sakit, dapat juga diambil sebagai data masukan untuk sistem prediksi penyakit dengan JST ini. Khususnya perubahan suhu tubuh dan perubahan hasil tes laboratorium.
2. Gunakan data pelatihan jaringan yang sebanyak mungkin, karena semakin banyak data yang digunakan dalam pelatihan jaringan, maka jaringan akan semakin baik mengenali pola-pola tertentu.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. *Info Penyakit*. <http://www.dinkes-dki.go.id/Penyakit.html>. Diakses 20 Maret 2007.
- Anonim. 2003. *Menghindari Penyakit Tifus*. http://www.republika.co.id/medika/cetak_detail.asp. Diakses 20 Maret 2007.
- Anonim. 2006. *Seluk Beluk Penyakit Tifus*. <http://www.mail-archive.com/milis-nakita@news.gramedia-majalah.com/msg03414.html>. Diakses 20 Maret 2007.
- Desiani, A dan Arhami, M. 2006. *Konsep Kecerdasan Buatan*. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Fausett, L. 1994. *Fundamentals of Neural Network, Architecture, Algorithm, and Application*. Printice-Hall, Inc, London.
- Hermawan, Arief. 2006. *Jaringan Saraf Tiruan, Teori dan Aplikasi*. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Judarwanto, Widodo. 2007. *Kemiripan DBD Dengan Penyakit Lainnya*. <http://www.medicastore.com/med/artikel.php?id=183&iddtl=&idktg=&idobat=&UID=20070327091354202.149.84.194>. Diakses 20 Maret 2007.
- , 2007. *Deteksi Dini Diagnosis DBD*. http://news.indosiar.com/news/news_read.htm?id=43773. Diakses 20 Maret 2007.
- Kusumadewi, Sri. 2004. *Membangun Jaringan Syaraf Tiruan (Menggunakan MATLAB & EXEL LINK)*. Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Lailin Nafsiah. 2003. *Penerapan Jaringan Syaraf Tiruan Terhadap Prediksi Penyakit Telinga, Hidung, dan Tenggorokan*. Skripsi TI UTY. Yogyakarta.
- Siang, Jong Jek. 2004. *Jaringan Saraf Tiruan dan Programnya Menggunakan Matlab*. Penerbit Andi, Yogyakarta.